



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

Coleta, Análise e Classificação de Micrometeoritos em Planaltina - DF

Stephanie Paiva Monteiro

Orientador: Rodrigo Miloni Santucci

Co-orientador: Paulo Eduardo de Brito

Planaltina - DF

Julho 2013



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

Coleta, Análise e Classificação de Micrometeoritos em Planaltina - DF

Stephanie Paiva Monteiro

Orientador: Rodrigo Miloni Santucci

Co-orientador: Paulo Eduardo de Brito

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora, como exigência parcial para a obtenção de título de Licenciado do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, da Faculdade UnB Planaltina, sob a orientação do Professor Rodrigo Miloni Santucci e co-orientação do Professor Paulo Eduardo de Brito.

Planaltina - DF

Julho 2013

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Lilla e Jonas, sem os quais nunca concretizaria os sonhos até então realizados em minha vida, amo vocês!

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar mais uma oportunidade de crescimento.

Agradeço ao Prof. Dr. Rodrigo Miloni Santucci pelos ensinamentos, pela confiança desenvolvida nesse período e por toda orientação prestada.

Ao Prof. Dr. Paulo Eduardo de Brito, que me apoiou muito solicitamente, durante todo o meu curso, obrigada pelo incentivo e carinho.

Agradeço também aos professores, Dulce, Anete, Danilo e Antônio Felipe pelos ensinamentos e oportunidades dentro do curso de Ciências Naturais.

Ao CnPq (Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo apoio financeiro através do projeto de pesquisa de Iniciação Científica.

Aos demais professores e amigos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha amada família, ao meu namorado, Bob, pelo companheirismo, amor e carinho que temos compartilhado. Ao meu irmão João Marcos, a quem tanto amo. Aos meus pais Lilla e Jonas pelo amor e dedicação que sempre tiveram por mim. À minha avó Gildetina (*in memorian*), que sempre acreditou em mim.

COLETA, ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DE MICROMETEORITOS EM PLANALTINA – DF.

Stephanie Paiva Monteiro¹

¹Universidade de Brasília – Campus Planaltina – Área Universitária n.º 1 Vila Nossa Senhora de Fátima - CEP 73300-000, Planaltina, DF – Brasil. stephanie_pmonteiro@hotmail.com

Resumo – É possível recuperar micrometeoritos em Planaltina. Nesta pesquisa, 80 partículas de poeira extraterrestre, na faixa de tamanho de 150µm a 350µm, foram recuperados em boas condições, tanto partículas fundidas, quanto as parcialmente fundidas. Tendo em vista a organização de uma coleção de micrometeoritos, as amostras deste estudo foram recolhidas em dois pontos de amostragem na região de Planaltina – DF. Foi feita a triagem, classificação e catalogação das partículas coletadas, o nome designado à coleção é Fup_McM. Micrometeoritos são partículas extraterrestres menores do que 1mm, estes compõem a maior parte da massa constantemente acrescida à Terra e pode conter fragmentos de asteroides, cometas, de Marte e da Lua, assim como grãos que datam da formação do Sistema Solar e antes desse. Meteoritos são extremamente raros, mas a poeira cósmica é tão comum que, literalmente, a cada passo, uma pessoa entra em contato com um fragmento de poeira cósmica, um micrometeorito. Os dados utilizados para análise da coleção de micrometeoritos aqui descrita incluem a forma da partícula, sua cor, brilho e transparência. Estes demonstraram que as partículas da coleção Fup_McM são quase certamente esférulas cósmicas fundidas. Limitações para o uso deste esquema de classificação consistem principalmente na falta de dados adicionais para definir de forma inequívoca a origem dessas partículas.

Palavras-Chave: micrometeoritos; poeira cósmica; coleta de micrometeoritos; Planaltina; esférulas fundidas.

Abstract – It is possible to collect micrometeorites in Planaltina – DF. In this research, 80 well-preserved extraterrestrial dust particles, comprising melted and partially melted particles, ranging from 150 µm to 350 µm in size, have been collected. Regarding the creation of a collection of micrometeorites, the samples have been collected from two sites in Planaltina – DF. They have been sorted, classified, catalogued, and numbered as Fup_McM. Micrometeorites are extraterrestrial particles smaller than 1 mm, which account for most of the mass being accreted to the Earth and may consist of fragments of asteroids, comets, Mars, and our Moon, as well as pre-Solar System grains. Meteorites are extremely rare, but cosmic dust is so common that it is virtually impossible for a person to not come across a micrometeorite at each step he/she takes. The parameters used in this work in order to analyze the cosmic dust studied here are: particle shape and size, color, luster, and transparency. They suggest that the collection Fup_McM consist of melted spherules. Constraints regarding this type of classification are related to the lack of more accurate chemical and mineralogical information to unequivocally determine the origin of these particles.

Key words: micrometeorites; cosmic dust; micrometeorites collecting; Planaltina; melted micrometeorites.

1. INTRODUÇÃO

Meteoritos são corpos celestes formados por rocha e/ou ligas metálicas que atingem a Terra. São divididos principalmente em rochosos, metálicos e ferro-pétreos, respectivamente formados por rocha e/ou minerais, ligas metálicas ou uma mistura de ambos (CORDANI, 2000). Muitas vezes, apenas partes milimétricas de meteoritos atingem o solo, devido aos processos de degradação da sua passagem pela atmosfera, e são denominados micrometeoritos. Além disso, também são considerados micrometeoritos partículas cujo tamanho original era sub-milimétrico antes de entrar na atmosfera terrestre e que sobreviveram a este processo. Eles normalmente medem menos de 1,0 mm e constituem a principal fonte de material extraterrestre que se agrega à Terra (BROWNLEE, 1981; ENGRAND & MAURETTE, 1998; ROCHETTE, 2008; TAYLOR *et al.*, 2000; YADA *et al.*, 2004).

Coleções contendo um grande número de micrometeoritos podem conter amostras de asteróides, Lua, Marte e corpos cometários, estes materiais dificilmente são representados em coleções de meteoritos (BROWNLEE *et al.*, 1993). As estimativas sobre a quantidade de partículas extraterrestres que entram na atmosfera superior da Terra estão próximas a 30.000 toneladas ao ano (LOVE e BROWNLEE, 1993). Meteoritos são uma importante fonte de conhecimento e contato com o material que formou do Sistema Solar, entretanto é mais frequente a queda de partes milimétricas deste material, os micrometeoritos, e toneladas destes se depositam todos os dias na Terra (BROWNLEE, 1981). No entanto, determinar o tipo, proporção, e a quantidade deste material que sobrevive à entrada na atmosfera exigem grande, imparcial e bem preservado depósito com registro do tempo de acumulação (TAYLOR *et al.*, 2000).

Todos os corpos sólidos no Sistema Solar podem ejetar partículas no meio interplanetário, inclusive planetas como a Terra, que liberam material durante eventos de impacto. No entanto, as principais fontes de poeira cósmica no Sistema Solar têm sido asteróides e cometas. Ambos podem ser matéria prima de planetesimais e foram preservadas desde a sua formação (BROWNLEE, 1981).

Asteróides e cometas também são os corpos mais abundantes em sistemas planetários. Presumidamente, os asteróides são fragmentos de planetesimais que foram formados no Cinturão de Asteróides, entre Marte e Júpiter, na nebulosa solar, mas nunca se tornaram planetas. Cometas são corpos enigmáticos, cheios de gelo

que sublimam a temperaturas acima de -123°C . A teoria mais aceita para a origem de cometas é que eles são planetesimais compostos por poeira e gelo formados na região entre Urano e Plutão, fora da nebulosa solar, e permaneceram em órbitas bem maiores a maior parte de sua vida (BROWNLIE, 1985).

Anualmente no planeta Terra ocorrem vários eventos de chuva de meteoros, uma chuva de meteoros ocorre quando a Terra passa por uma região da sua órbita onde um cometa ou asteroide deixou um rastro de matéria, composto por gases e poeira desprendida do cometa quando este se aproximou do Sol. As partículas sólidas desse rastro de matéria são atraídas pela gravidade e entram na atmosfera terrestre, aumentando consideravelmente o número de micrometeoritos que chegam ao solo.

Cometas são a única fonte comprovada de poeira cósmica, e que, acredita-se ser a maior fonte de micrometeoritos (WHIPPLE, 1967; MILLMAN, 1972) e dos maiores meteoróides que passam pela Terra (WETHERILL, 1974).

De acordo com Glass (1990), podem ter origens consideradas extraterrestres as esferas de ablação, produzidas durante a entrada de meteoros na atmosfera, os microtektitos ou partículas separadas por impacto produzido por colisões de cometas e asteroides com a Terra. Por simples convenção, neste trabalho as partículas encontradas serão chamadas de micrometeoritos.

Micrometeoritos têm sido estudados em diferentes partes do mundo como na Groelândia (MAURETTE *et al.*, 1987), na Antártica (HARVEY & MAURETTE, 1991) e na Rússia (BADJUKOV & RAITALA, 2003). Estes registros são provenientes de áreas desérticas ou geleiras. Dessa forma, o presente trabalho traz como proposta e diferencial, a criação de coleções de micrometeoritos coletados em regiões não polares.

Segundo Genge *et al.* (2008), os micrometeoritos se dividem principalmente em três grupos, os micrometeoritos fundidos, os parcialmente fundidos e não fundidos. Para inferir, com máxima precisão, o grupo a qual micrometeorito pertence, são necessárias tanto análises ópticas, quanto químicas.

2. JUSTIFICATIVA

A importância do estudo de micrometeoritos consiste na vasta gama de informações que eles podem nos fornecer a respeito da origem do Sistema Solar e da evolução dos planetas. Micrometeoritos podem inclusive mostrar evidências de processos que ocorreram antes da formação do Sistema Solar (ROCHETTE, 2008).

Tendo em vista o seu tamanho, a análise dessas partículas recolhidas é essencialmente mais difícil e limitada se comparado aos estudos em meteoritos. No entanto, micrometeoritos são largamente estudados. Segundo Brownlee (1985), a maioria dos materiais friáveis extraterrestres só pode ser recolhida sob a forma de poeira, materiais muito frágeis não sobrevivem à entrada na atmosfera terrestre devido à hiper-velocidade com que chegam à Terra.

As chances de se encontrar micrometeoritos são essencialmente maiores do que as de se encontrar meteoritos maiores, devido ao grande número de micrometeoritos que caem na Terra. Portanto, com estes, pode-se ter um número de amostragem maior, facilitando assim a organização de uma coleção, o que enriquece a pesquisa (TAYLOR *et al.*, 2000).

Meteoritos são uma importante fonte de conhecimento e contato com o material que formou o Sistema Solar, entretanto é mais frequente a queda de partes milimétricas deste material, os micrometeoritos, e toneladas destes se depositam todos os dias na Terra (BROWNLEE, 1985). Micrometeoritos compõem 95% do fluxo de matéria extraterrestres na Terra (HUGHES, 1978).

Micrometeoritos podem ser encontrados onde for mais conveniente e onde as condições resultarem na sua acumulação e preservação (TAYLOR, 1998 e LOVE e BROWNLEE, 1991). Inicialmente, depósitos no fundo do mar foram a principal fonte de esférulas cósmicas (BROWNLEE, 1981 e 1985), mas agora, micrometeoritos são coletados principalmente na zona de ablação da calota de gelo da Groenlândia (MAURETTE *et al.*, 1987) e da camada de gelo da Antártica (MAURETTE *et al.*, 1987, TAYLOR, 1998 e HARVEY, 1991).

Neste trabalho serão descritos micrometeoritos recuperados na região de Planaltina-DF, constituindo uma coleção diversificada, vinda de uma área tropical. A

recuperação continua a ser realizada seguindo procedimentos semelhantes, com planos de realizar análises químicas e petrológicas das amostras, e apenas os dados preliminares serão apresentados neste trabalho.

A escolha de Planaltina se justifica, pois, em comparação com outras cidades do Distrito Federal, tem menos poluição. Além de não possuir grandes construções, o que facilita a recuperação de partículas extraterrestres.

3. OBJETIVOS

Pretende-se, com este trabalho, recuperar e, posteriormente, organizar uma coleção de micrometeoritos com o registro de características físico/ópticas, quantificação de micrometeoritos recuperados e particularidades da coleção (BROWNLIE, 1985; ROCHETTE, 2008; TAYLOR, 1998; TAYLOR, 2000; YADA, 2004). Para a recuperação, foi preciso preparar a amostragem, analisar e separar possíveis micrometeoritos de material terrestre, identificar em laboratório e quantificar a incidência de micrometeoritos no decorrer do período de amostragem.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Locais de Coleta

Os micrometeoritos foram coletados na cidade de Planaltina DF. Para explorar a possibilidade de recuperar micrometeoritos existentes em locais de acumulação, foi recuperado material inconsolidado do telhado da Faculdade UnB Planaltina (FUP), localizada nas seguintes coordenadas, latitude 15°36'2.80"S e longitude 47°39'29.17"O, designado por "Ponto 1", e também em um setor residencial no Bairro Jardim Roriz que tem como latitude 15°36'12.48"S e longitude 47°38'49.91"O, denominado de "Ponto 2". Estes locais podem ser vistos na Figura 1. A escolha do local se deu pela proximidade com o local onde os estudos laboratoriais seriam desenvolvidos e por Planaltina representar uma cidade sem edifícios e com menos poluição em relação a outras cidades do DF, reduzindo assim as chances de contaminação com partículas terrestres.

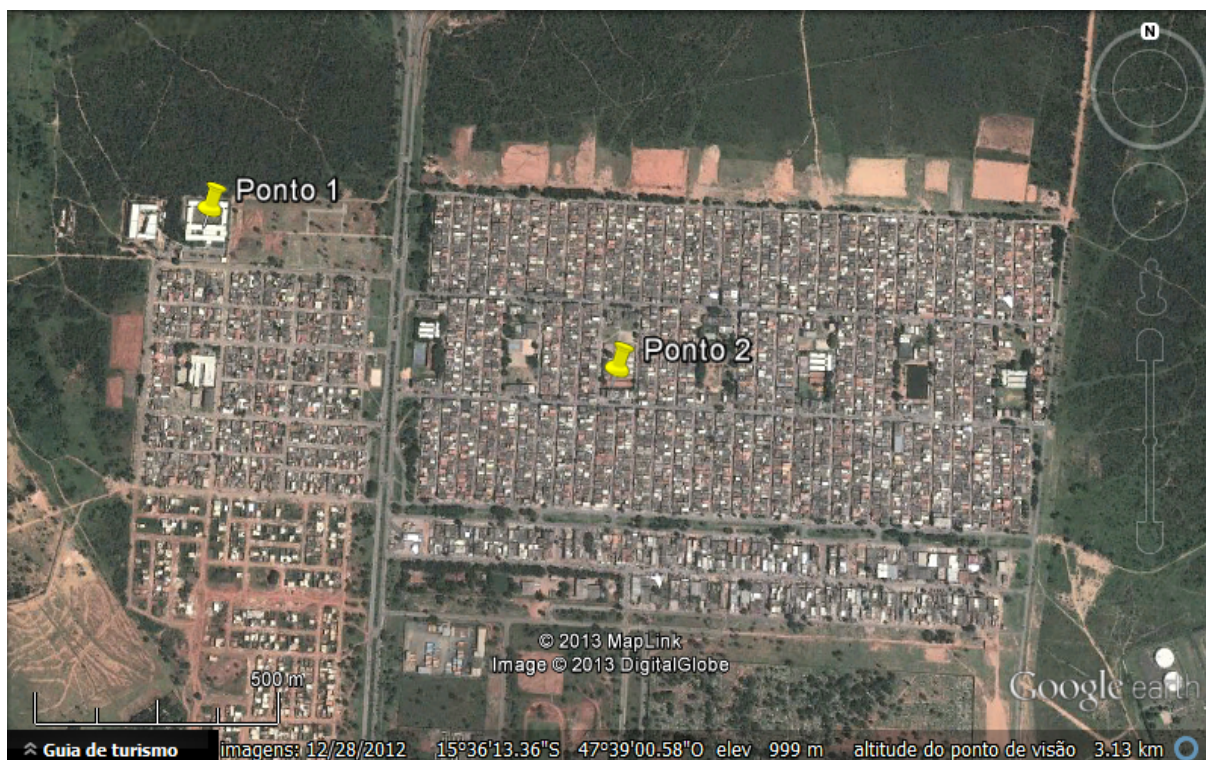


Figura 1- Pontos selecionados para coleta de micrometeoritos. O ponto 1 é onde se localiza o prédio da FUP e o ponto 2 a região residencial do Bairro Jardim Roriz, Planaltina -DF.

4.2 Métodos de Coleta

Foram utilizados dois métodos de coleta: (1) recuperação a partir de sedimento inconsolidado, e; (2) recuperação a partir de recipientes de coleta. A recuperação a partir de sedimento inconsolidado foi realizada através do recolhimento por varrição de sedimentos acumulados, no telhado do prédio, durante o período de sete anos (desde sua construção), a área varrida foi de aproximadamente um metro quadrado. A utilização desse método visou o aproveitamento da estrutura do telhado da Faculdade UnB Planaltina como uma armadilha de ampla área para acumulação de micrometeoritos. Além disso, o tempo em que estes permaneceram no telhado é relativamente curto, dada a construção do prédio ter sido concluída em 2005/2006. Para a recuperação em recipientes de coleta, foram utilizados recipientes de plástico de 50x60 cm contendo um litro de água destilada, cada exposição teve duração de quinze dias, as exposições também foram realizadas no prédio da FUP. As caixas também foram deixadas no telhado da FUP, pois este é um lugar alto e as chances de contaminação por partículas terrestres trazidas pelo vento diminuem consideravelmente. O tempo de coleta foi

sincronizado com o tempo aproximado de duração de chuvas de meteoros que ocorreram no período na tentativa de maximizar a recuperação de micrometeoritos.

4.3 Processamento do Material Recuperado

Em ambos os métodos de coleta, a observação por um estereoscópio binocular mostrou que a maior parte do material coletado consiste principalmente de contaminação artificial, tal como pedaços de madeira e tintas, fibras de roupa e até partes de insetos.

As amostras varridas a partir de sedimento inconsolidado foram colocadas em recipiente de plástico e levadas ao laboratório. A abundância de contaminação tornou difícil selecionar os micrometeoritos e por isso foram separados com o auxílio de um ímã envolto por um saco plástico, desta forma foi então possível selecionar partículas com propriedades metálicas. Estas, por sua vez, foram observadas em lupa binocular, quando foi possível separar prováveis micrometeoritos de partículas terrestres. Este tipo de coleta foi realizada em duas regiões diferentes de Planaltina – DF e uma delas coincidiu com a chuva de meteoros no mês de setembro de 2012. Este método é um pouco tendencioso em favor dos micrometeoritos com propriedades metálicas.

A recuperação a partir de recipientes de coleta foi realizada no prédio da FUP, durante os meses de setembro, novembro de 2012 e maio de 2013, esses ficaram expostos de 15 a 20 dias. Após a secagem da água por evaporação, o material residual sólido, incluindo micrometeoritos, foi retirado do fundo da caixa com o auxílio de uma fita crepe. Esse procedimento, apesar de trabalhoso, foi usado por permitir uma análise minuciosa de todo o material residual sólido do fundo da caixa, sem a necessidade de separação com ímã, o que recuperaria apenas as partículas metálicas. Após a remoção da caixa o material sólido fixado na fita foi analisado em lupa binocular.

A identificação foi feita segundo características descritas por Genge (2008) e por Brownlee (1983) a partir das propriedades físicas/ópticas do material, para tal, todos os micrometeoritos foram analisados em lupa binocular e em microscópio petrográfico de luz transmitida e refletida.

Para fins de classificação, neste trabalho foi utilizada a tabela de classificação de micrometeoritos elaborada por Genge *et al.* (2008), foram utilizados parâmetros descritos por Badjukov e Raitala (2003). Também foram analisados dados de coleções já descritas por diferentes autores citados ao longo do texto.

Nove micrometeoritos, coletados de sedimentos inconsolidados e a partir dos recipientes de coleta, foram selecionados e com estes foram preparadas seções polidas. A preparação das seções polidas ocorreu da seguinte forma: após sua fixação em polímero, os micrometeoritos foram então seccionados com lixas de espessura 600 seguida da lixa 1.200 e para polir a superfície foi utilizada pasta de diamante. Estes procedimentos foram realizados para análise em microscópio de luz refletida com luz natural e polarizada, visando estudar as propriedades ópticas dos minerais presentes nas amostras. Cada micrometeorito recebeu um número de identificação e teve suas características ópticas registradas.

5 RESULTADOS

5.1 Descrição das Amostras

O número total de partículas recuperadas foi 80, estas apresentam tamanhos variando de 150µm a 350µm.

Observou-se através de microscópio petrográfico de luz refletida, que algumas partículas possuem superfície lisa, brilhante, escura e bastante esférica (Figuras 2b e 2c) enquanto outras são porosas (Figura 2a) e irregulares (Figura 2f). Partículas em formato de gota (Figura 2d) e que apresentam perda de material (Figura 2e) também estão presentes na coleção Fup_McM.

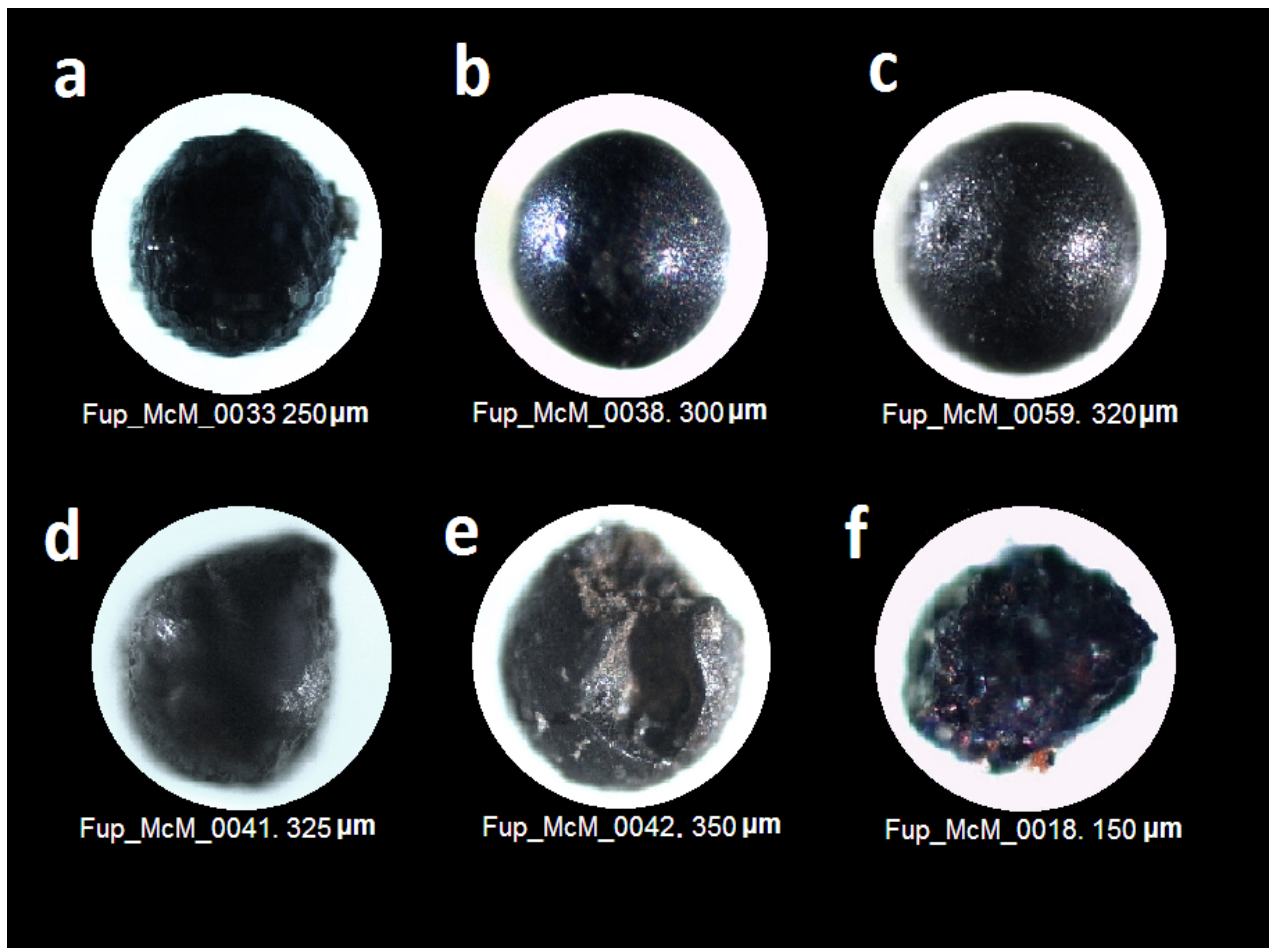


Figura 2 – Imagens de micrometeoritos, ainda não polidos para análise petrográfica, feitas com microscópio petrográfico de luz refletida. Abaixo da imagem do micrometeorito encontra-se seu número de série seguido de seu tamanho.

As seções polidas revelaram ricas informações adicionais através da interpretação dos processos ocorridos nas esférulas. Foram recuperados micrometeoritos que contêm cristais não alterados de tamanho variáveis (Figura 3a) e outros onde esses cristais foram perdidos, isto pôde ser observado devido a presença de vesículas ao longo da matriz (Figuras 3b, 3c, 3d e 3e). Algumas partículas apresentam vesículas (Figuras 3b à 3g) enquanto outras são maciças, homogêneas e apresentam claramente uma crosta mais escura que seu interior (Figuras 3h, 3i e 3e).

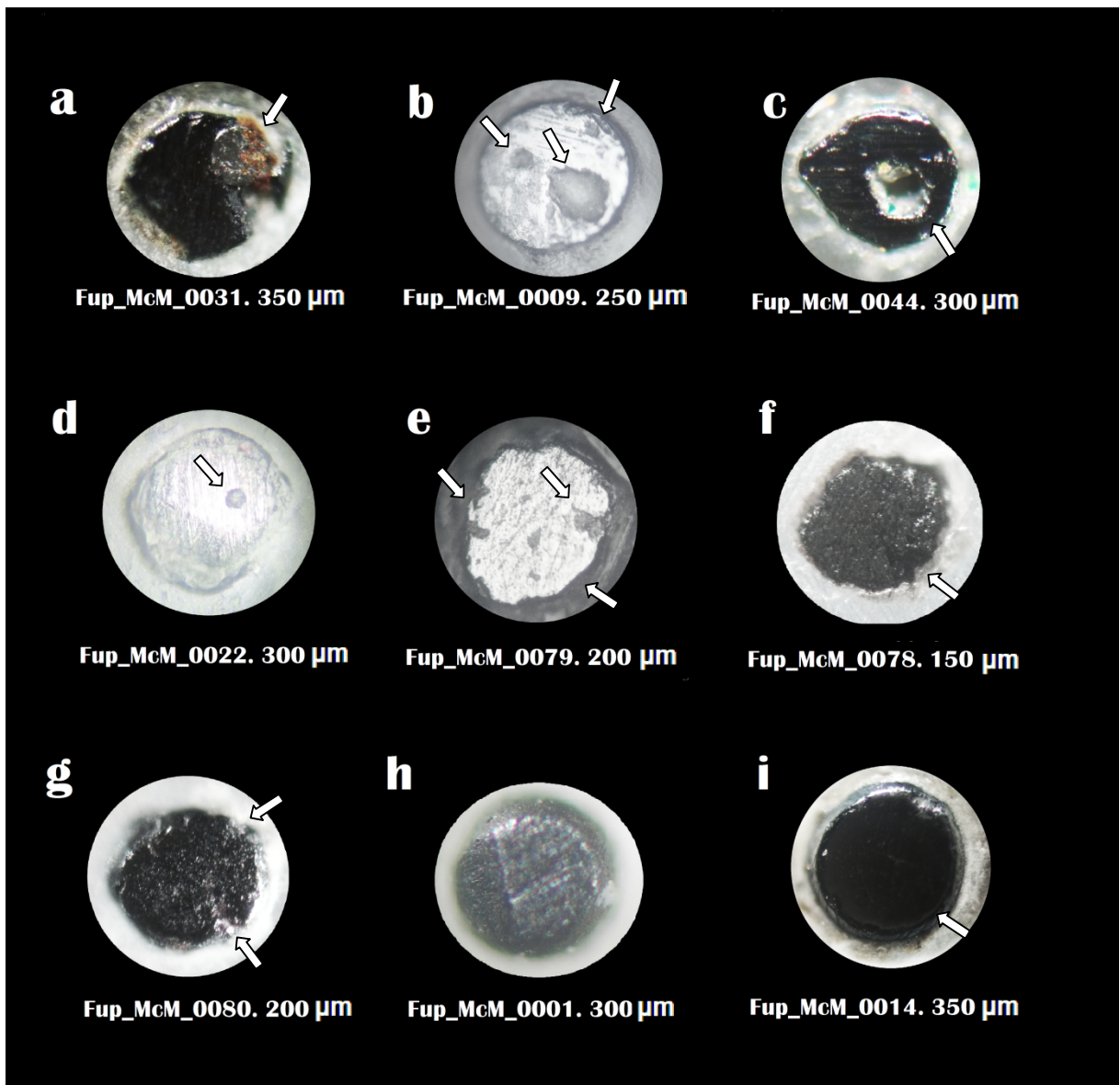


Figura 3 – Imagens de seções delgadas de micrometeoritos feitas com microscópio petrográfico de luz transmitida e refletida. Setas indicam vesículas de perda de material ou crostas de fusão.

5.2 Identificação das Amostras

A identificação das partículas de poeira recuperadas a partir da superfície da Terra revelou que a coleção FuP_McM apresenta características que sugerem uma origem extraterrestre: (1) evidência de aquecimento de superfície consistente com entrada na atmosfera, e (2) morfologias de partículas esféricas (GENGE *et al.*, 2008). Do total de oitenta micrometeoritos, nove foram seccionados e polidos para que seu interior pudesse ser analisado com mais detalhe.

A característica fundamental de aquecimento durante a entrada na atmosfera é que este é um processo que ocorre na superfície. O aquecimento da superfície, representado por uma crosta mais escura que o interior (Figuras 3a, 3e e 3f) ou o formato da partícula (Figuras 3b, 3c, 3d e 3e) sugerem fusão sem subsequente *overprint* térmico, isto implica fortemente que o aquecimento ocorreu durante a entrada na atmosfera. Vesículas também podem estar presentes em micrometeoritos (Figuras 3e e 3f) (GENGE *et al.*, 2008).

As análises dos micrometeoritos que contêm cristais não alterados, possibilitaram a identificação de minerais que ocorrem frequentemente na forma de cristais maiores uma matriz de grãos finos, estes são caracterizados por espaços vazios (Figuras 3e, 3h e 3i). Estas cavidades podem ter sido causadas pela volatilização de minerais durante a ablação. Segundo Feng *et al.* (2005), os espaços vazios podem ser resultado do rápido arrefecimento do material fundido a partir da superfície para dentro.

Segundo Brownlee (1983), as esferas cósmicas podem mostrar uma grande variedade em grau de aquecimento. Isto varia de partículas que foram levemente aquecidas e apenas parcialmente fundidas, até aquelas que foram severamente aquecidas até ao ponto em que, tendo como elementos principais ferro e silício, foram esgotados por volatilização. O grau de aquecimento também é determinado se a partícula entra na atmosfera sozinha ou se ela é separada de um meteoro maior na atmosfera. A Figura 4 retrata as mudanças que ocorrem em uma partícula hipotética quando sujeita a diferentes graus de aquecimento.

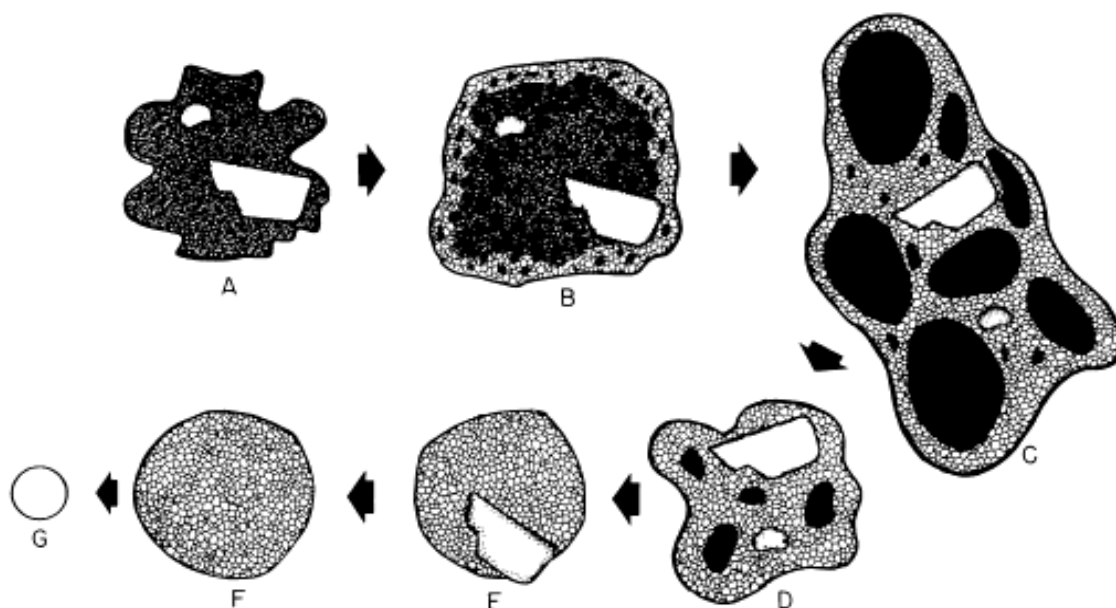


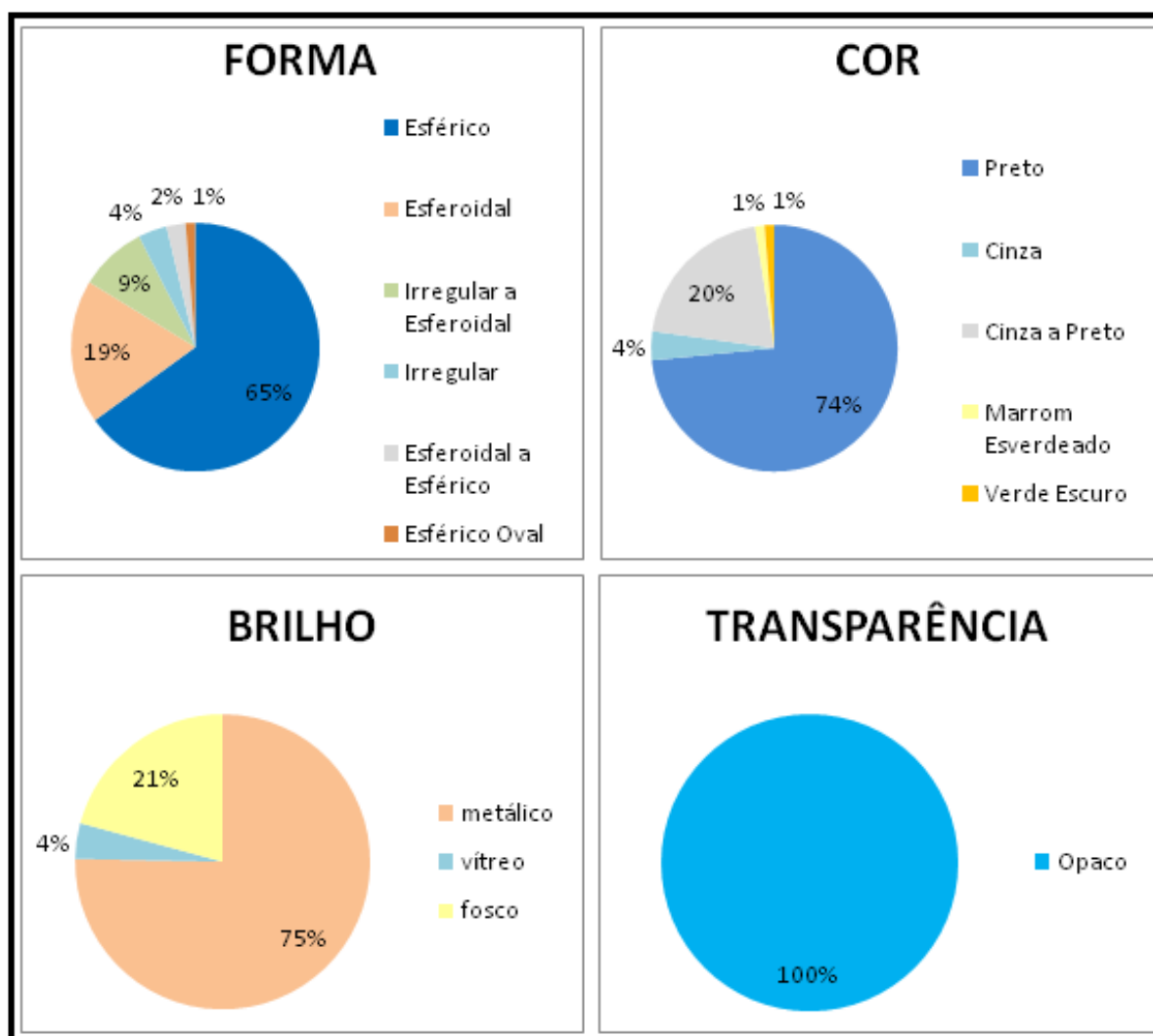
Figura 4. A alteração térmica de uma partícula milimétrica retratada, hipoteticamente, em seções polidas mostrando estágios sucessivos de aquecimento de A até G. No estágio F todos os sólidos precursores foram fundidos e no estágio G, ocorreu à volatilização de Fe e Si. Todos os estágios desta figura têm sido observados em esferas de meteoros que sofreram ablação. Fonte Brownlee(1983).

No presente trabalho foram observadas partículas nos estágios E, onde se pôde observar apenas um grão original remanescente, chamado de relíquia (Figuras 3d e 3g) e também no estágio F, quando o contínuo aquecimento destrói todos os grãos originais, esgota todos os componentes voláteis e o produto final é uma partícula não vesicular e bastante esférica (Figuras 3c e 3f).

5.3 Classificação

As 80 partículas que compõem a coleção FuP_McM foram classificadas tendo como parâmetros sua forma, cor, brilho e transparência (BRADJUKOV, 2003).A tabela com estes dados encontra-se nos anexos. OGráfico 1 mostra a proporção destes parâmetros encontrados na coleção.

Gráfico 1 – Proporção em percentagem das características utilizadas para classificação dos micrometeoritos da coleção FuP_McM



Análises dos resultados apresentados no gráfico acima revelam que a maior parte do material coletado é esférico, preto e apresenta brilho metálico. Uma característica notável é o fato de que todas as partículas são opacas. Esta observação pode ter relação com a espessura do micrometeorito ou por modificações em sua superfície desencadeada por aquecimento. Também estão representadas em quantidade àquelas que são esferoidais, com cores variando de cinza a preto e foscas. Partículas com forma esférico-ovaladas, com cor verde escura e com brilho vítreo também estão presente.

Os resultados da identificação das amostras sugerem fortemente que estas pertencem ao grupo de micrometeoritos fundidos e à classe de esférulas cósmicas, devido ao fato de terem sofrido aquecimento na entrada atmosférica. (GENGE *et al.*, 2008).

A vasta gama de modificação por aquecimento em esférulas de ablação é uma consequência natural do modo com que foram formadas. Algumas partículas são pouco aquecidas, enquanto outras são severamente aquecidas. [...] variando desde parcialmente fundidas à significantes vaporizações. (BROWNLEE, 1983).

6 DISCUSSÃO

O segundo método de coleta utilizado neste trabalho, recuperação a partir de recipientes, não gerou resultados significativos em termos de abundância, uma vez que apenas cinco micrometeoritos descritos e catalogados, foram obtidos desse modo. Por outro lado, este método permite a inferência do tempo em que estas partículas residem na Terra e por ter um prazo de exposição relativamente curto (quinze a vinte dias), não houve tempo suficiente para grandes intemperizações, além de permitir a coleta de todos os tipos de micrometeoritos.

A recuperação a partir de sedimentos, por sua vez, se mostrou eficiente para alcançar um número maior de partículas, porém torna o processo de seleção mais difícil, devido à quantidade de contaminação artificial, o que limita a recuperação à micrometeoritos que apresentam propriedades magnéticas. Neste caso, foi possível determinar a idade de residência na Terra das partículas recuperadas na FUP. O prédio foi construído no ano de 2006, portanto essas estão na Terra há, no máximo, 7 anos. A recuperação na área residencial, por sua vez, coincidiu com uma chuva de meteoros, os micrometeoritos ali coletados são grandes, chegando a 350 μm , e apresentam brilho metálico.

Ambos métodos se mostraram eficientes, à sua maneira, e contribuíram para a criação de uma coleção mais completa e diversificada.

Esférulas cósmicas são partículas extraterrestres que estavam presentes, na forma de partículas poeira, no espaço interplanetário e não faziam parte de meteoróides maiores (GENGE *et al.*, 2008). Micrometeoritos tradicionais faziam parte de meteoróides maiores no espaço. (BROWNLEE, 1985).

Tendo como base os resultados obtidos, pode-se afirmar que as partículas da coleção Fup_McM podem ter como origem as duas possibilidades supracitadas, devido às evidências de aquecimento de superfície consistentes com entrada na atmosfera, e à morfologias de partículas esféricas.

7 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível identificar a presença de partículas cósmicas em ambos os tipos de coleta. Tendo como base similaridades com meteoritos que possuem crosta de fusão (BADJUKOV, 2003), parte do material coletado possivelmente corresponde à micrometeoritos, devido à presença de crosta de fusão e de grãos relíquia. Outra parte do material apresenta sinais de estágio avançado de fusão, como presença de vesículas e matriz uniforme, indicando que podem ser tanto micrometeoritos que sofreram fusão, como esférulas de ablação.

A recuperação de micrometeoritos a partir da superfície da Terra se mostrou um método eficaz, além de ser aplicável a diferentes localidades. A coleção aqui descrita recebeu o título de “FuP_McM”, esta apresenta características concisas com classificações já descritas de partículas cósmicas. Na coleção Fup_McM foram recuperados exemplos que mostram parentesco com as principais famílias de micrometeoritos definidos por Kurat *et al.* (1994) e Engrand e Maurette (1998), sendo estas, esférulas cósmicas completamente derretidas e parcialmente derretidas.

Coleções de micrometeoritos podem ser criadas e estudadas, compreendendo amostras retiradas de sedimentos no fundo do mar, de lagos sazonais, de depósitos eólicos, do gelo e neve ou de areias continentais (TAYLOR e LEVER, 2000; DUPRAT *et al.*, 2007). Graças às condições climáticas muito secas e à contaminação por partículas industriais ou vulcânicas limitada, Planaltina é uma área produtiva para a recuperação de micrometeoritos. Um total de 80 partículas extraterrestres foram coletadas, variando em tamanho de 150 µm a 350 µm, todas foram classificadas e catalogadas. Entretanto, os processos de concentração ou métodos de amostragem podem introduzir distorções nas coleções, pois como a separação das partículas foi realizada de forma manual, algumas podem não ter sido recuperadas, além de no método de coleta a partir de sedimento inconsolidado, somente as partículas com propriedades metálicas foram recuperadas.

Mais trabalho de campo é necessário para obtenção de novos dados e para coletar um número maior de micrometeoritos. A análise química e petrológica também se faz necessária para classificações mais precisas, assim como possibilitam comparações com outras coleções.

A disponibilidade de tais amostras abre novos horizontes para análises de partículas cósmicas recuperadas em regiões tropicais, uma vez que há possibilidade

de ser encontrada uma coleção distinta das já descritas, fornecendo uma oportunidade única para estudar amostras diversificadas do Sistema Solar.

Referências Bibliográficas

BADJUKOV, D. D., RAITALA, J. Micrometeorites from the northern ice cap of the Novaya Zemlya archipelago, Russia: *The first occurrence Meteoritic Planet Science* 38:329–340. 2003.

BLANCHARD, M.B., BROWNLEE, D.E., BUNCH, T.E. HODGE, P.W. KYTE, F.T. Meteoroid ablation spheres from deep-sea sediments. *Earth and Planetary Science. Letters* 46:178-190. 1980.

BROWNLEE, D. E. Extraterrestrial components. *In The sea.* pp. 733–762. 1981.

BROWNLEE, D. E., BATES, B. and BEAUCHAMP, R. H. Meteorablation spherules as chondrule analogs. *In Chondrules and their origins.* pp. 10–25.1983.

BROWNLEE, D. E. Cosmic dust: Collection and research. *Annual Reviews of Earth Planetary Sciences* 13:147–173. 1985.

BROWNLEE, D. E., JOSWIAK, D. J., LOVE, S. G. NIER, A. O., SCHLUTTER, D. J. e BRADLEY, J. P. Identification of cometary and asteroidal particle in stratospheric IDP collections, *In Proceedings of the 24th Lunar and Planetary Science Conference.* P 205-206.1993.

CORDANI, U. G. O Planeta Terra e Suas Origens. *In: Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos,* 557p. 2000.

DUPRAT, J., ENGRAND, C., MAURETTE, M., KURAT, G., GOUNELLE, M., and HAMMER, C. Micrometeorites from central Antarctic snow: The CONCORDIA collection. *Advances in Space Research* 39: 605–611. 2007.

ENGRAND, C., MAURETTE, M., Carbonaceous micrometeorites from Antarctica. *Meteoritics Planet Science* 33:565–580. 1998.

- FENG, H., JONES, K. W., TOMOV, S., STEWART, B., HERZOG, G. F., SCHNABEL, C., and BROWNLEE, D. E. Internal structure of type I deep-sea spherules by X-ray computed microtomography. *Meteoritics & Planetary Science* 40:195–206. 2005.
- GENGE, M. J., ENGRAND, C., GOUNELLE, M. and TAYLOR S. The classification of micrometeorites. *Meteoritics & Planetary Science* 43, Nr 3, 497–515. 2008.
- GLASS, B. P. Tektites and Microtektites: Key facts and interferences. *Tectonophysics* 171:393–404. 1990.
- HARVEY, R. P., MAURETTE, M. The origin and significance of cosmic dust from Walcott- Neve, Antarctica. *Proc Lunar Planet Sci Congress* 91:569–578. 1991.
- HUGHES D. W. Meteors. In Cosmic dust, edited by McDonnell J. A. M. Chichester, Sussex, and New York: Wiley-Interscience. pp. 123–185. 1978.
- KURAT, G., KOEBERL, C., PRESPEL, T. Petrology and geochemistry of Antarctic micrometeorites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 58, 3879–3904. 1994.
- LOVE, S. G. AND BROWNLEE, D. E. A direct measurement of the terrestrial mass accretion rate of cosmic dust. *Science* 262, 550–553. 1993.
- MAURETTE, M., JEHANNO C., ROBIN E., HAMMER C. Characteristics and mass distribution of extraterrestrial dust from the Greenland ice cap. *Nature* 328:699–702. 1987.
- MILLMAN, P. M. Cometary meteoroids. In From Plasma to Planet, *Nobel Symp.* 21, pp. 1 57–68. 1972.
- ROCHETTE, P, L., FOLCO, SUAVET, M., VAN GINNEKEN, J., GATTACCECA, N., PERCHIAZZI, R., BRAUCHER, and HARVEY, R. P. Micrometeorites from the Transantarctic Mountains. Stanford, *Norman H. Sleep*. 2008.
- TAYLOR, S., LEVER J. H., HARVEY R. P. Accretion rate of cosmic spherules measured at the South Pole. *Nature* 392:899–903. 1998.
- TAYLOR, S., LEVER, J. H., HARVEY R. P. Numbers, types, and compositions of an unbiased collection of cosmic spherules. *Meteoritic Planet Science* 35:651–666. 2000.

WETHERILL, G. W. Solar system sources of meteorites and large meteoroids. *Earth Planet. Science.* 2 : 303-31. 1974.

WHIPPLE, F. L. On maintaining the meteoritical complex. *The Zodiacal Light and the Interplanetary Medium*, pp. 409-26. 1967.

YADA, T., TOMOKI NAKAMURA, NOBUO Takaoka, TAKAAKI Noguchi, KENTARO Terada, HAJIME Yano, TAKAKIYO Nakazawa, and HIDEYASU Kojima. The global accretion rate of extraterrestrial materials in the last glacial period estimated from the abundance of micrometeorites in Antarctic glacier ice. *Earth Planets Space* 56:67–79. 2004.

8. ANEXOS

Micrometeorito	Forma	Transparência	Cor	Brilho
Fup_McM_0001	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0002	Esférico	Opaco	Cinza a preto	Metálico
Fup_McM_0003	Irregular a esferoidal	Opaco	Cinza a preto	Metálico
Fup_McM_0004	Esférico	Opaco	Cinza a preto	Metálico
Fup_McM_0005	Esférico	Opaco	Cinza a preto	Metálico
Fup_McM_0006	Esférico	Opaco	Cinza a preto	Metálico
Fup_McM_0007	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0008	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0009	Esférico	Opaco	Cinza a preto	Metálico
Fup_McM_0010	Esferoidal	Opaco	Cinza a preto	Metálico
Fup_McM_0011	Esferoidal	Opaco	Cinza a preto	Metálico
Fup_McM_0012	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0013	Esferoidal	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0014	Esférico	Opaco	Preto	Fosco
Fup_McM_0015	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0016	Irregular a Esferoidal	Opaco	Preto	Metálico

Fup_McM_0017	Irregular a Esferoidal	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0018	Esferoidal	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0019	Esférico	Opaco	Cinza a preto	Metálico
Fup_McM_0020	Esferoidal a esférico	Opaco	Cinza a preto	Metálico
Fup_McM_0021	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0022	Esferoidal	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0023	Irregular	Opaco	Preto	Metálico a fosco
Fup_McM_0024	Esférico	Opaco	Preto	Metálico a fosco
Fup_McM_0025	Esférico	Opaco	Preto	Metálico a fosco
Fup_McM_0026	Esferoidal a esférico	Opaco	Preto	Metálico a fosco
Fup_McM_0027	Esférico	Opaco	Preto	Metálico a fosco
Fup_McM_0028	Irregular a esferoidal	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0029	Esferoidal	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0030	Esferoidal	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0031	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0032	Esferoidal	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0033	Esferoidal	Opaco	Preto	Metálico

Fup_McM_0034	Esferoidal	Opaco	Cinza a preto	Metálico
Fup_McM_0035	Irregular a esferoidal	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0036	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0037	Irregular	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0038	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0039	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0040	Esférico	Opaco	Cinza a Preto	Metálico
Fup_McM_0041	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0042	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0043	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0044	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0045	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0046	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0047	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0048	Esférico	Opaco	Cinza a Preto	Metálico
Fup_McM_0049	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0050	Esférico Oval	Opaco	Cinza a Preto	Metálico

Fup_McM_0051	Irregular	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0052	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0053	Esférico	Opaco	Cinza a Preto	Metálico
Fup_McM_0054	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0055	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0056	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0057	Esferoidal	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0058	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0059	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0060	Esferoidal	Opaco	Cinza a Preto	Metálico
Fup_McM_0061	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0062	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0063	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0064	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0065	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0066	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0067	Esférico	Opaco	cinza	Metálico

Fup_McM_0068	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0069	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0070	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0071	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0072	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0073	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0074	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0075	Esférico	Opaco	Preto	Metálico
Fup_McM_0076	Irregular a esferoidal	Opaco/ Transparente	Marrom esverdeado	Vítreo
Fup_McM_0077	Esferoidal	Opaco	Cinza	Metálico
Fup_McM_0078	Esferoidal	Opaco	Cinza	Fosco
Fup_McM_0079	Esferoidal	Opaco	Verde Escuro	Vítreo
Fup_McM_0080	Irregular A Esferoidal	Opaco	Preto	Vítreo